

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI

**SIÇANLARDA YÜRÜME PATERİNİN ROTAROD
PERFORMANS APARATI KULLANILARAK VIDEO
TABANLI GÖRÜNTÜ ANALİZİ**

Gülizar Tuğba İPÖR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2018-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI

**SIÇANLARDA YÜRÜME PATERİNİN ROTAROD
PERFORMANS APARATI KULLANILARAK VİDEO
TABANLI GÖRÜNTÜ ANALİZİ**

Gülizar Tuğba İpor

YÜKSEK LİSANS TEZİ






DANIŞMAN
Prof. Dr. Nurettin Oğuz

“Kaynakça gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

2018-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Anatomi Anabilim Dalı Anatomi Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. .../...../.....

		İmza
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Nurettin OĞUZ Akdeniz Üniversitesi	
Üye	: Prof. Dr. Fatoş Belgin YILDIRIM Akdeniz Üniversitesi	
Üye	: Prof. Dr. Muzaffer SİNDEL Akdeniz Üniversitesi	
Üye	: Prof. Dr. Levent SARIKCIOĞLU Akdeniz Üniversitesi	
Üye	: Prof. Dr. Özkan OĞUZ Çukurova Üniversitesi	

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nadir DERİN

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Gülizar Tuğba İPÖR



Tez Danışmanı

Nurettin OĞUZ



TEŐEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve çalışmalarım süresince bana yol gösteren ve destek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nurettin Oğuz'a,

Tez ile ilgili çalışmaların sürdürülmesi, gerekli ekipman ve ortamın sağlanması ve tez sonuçlarının yorumlanmasındaki sonsuz katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Levent Sarıkcıoğlu'na,

Rotarod aparatının kullanılması ve rotarod çalışmalarının yürütülmesi konusundaki yardımlarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Fizyoloji Bölümünde görevli Sayın Prof. Dr. Aysel Ağar'a, Uz. Dr. eylem Turgut ve Arş. Gör. Hande Parlak'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca anlayış ve yardımlarından dolayı başta Sayın Turhan Tat olmak üzere Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve desteği ile beni yalnız bırakmayan kardeşim Alper Murat İpor'a,

Tez süresince bana karşı göstermiş oldukları sabır, özveri ve yardımları için sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Amaç: Siyatik sinir hasarı sonrası rejenerasyonun değerlendirilmesinde sinir fonksiyonunu test eden analiz yöntemleri literatürde bildirilmiştir. Bu analiz yöntemleri içerisinde en sık kullanılanı siyatik fonksiyon indeksidir. Basit ve ucuz olması sebebiyle sık kullanılan bu analiz yöntemi bazı araştırmacılar tarafından da güvenilirliğinin az olması sebebiyle tercih edilmemektedir. Çalışmamızda yürüme paterninin rotarod performans aparatı kullanılarak video tabanlı görüntü analizinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu amaçla 30 denek (Grup 1 (Kontrol): 10 denek, Grup 2 (Sham): 10 denek, Grup 3 (sinir hasarı uygulanacak grup): 10 denek) çalışmaya dahil edilmiştir. Deneklerin yürüme hareketi rotarod performans aparatı kullanılarak arkadan bir video kamera (240 fps) ile kaydedildikten sonra video görüntüleri video tabanlı görüntü analiz sistemi ile değerlendirildi.

Bulgular: Arkadan çekilen video görüntülerinde hasarlı alt ekstremitenin stance (ayak teması) ve swing (salınım) durumlarında diz ve ayakbileği eklem hareketlerinin zamana bağlı olarak değişimi, siyatik sinir hasarı sonrası bu eklem hareketlerinin nasıl etkilendiği incelendi.

Sonuç: Çalışmamızda başka bir amaç için kullanılan bir aparatın başka bir analiz için bir araç olarak kullanılabileceği gözlemlenmiş ve siyatik sinirin rejenerasyonunda bir analiz yöntemi olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Siyatik sinir, rotarod performans aparatı, sinir hasarı, yürüme analizi

ABSTRACT

Objective: Methods that analyze nerve function in evaluation of regeneration after sciatic nerve injury have been reported in the literature. The most frequently used analyzing method is the sciatic function index. This method, which is often used because it is simple and cheap, is not preferred by some researchers because of its low reliability. In the present study, we aimed to investigate the video-based motion analysis of walking pattern by using rotarod performance apparatus.

Method: For this purpose, 30 subjects (Group 1 (Control): 10 subjects, Group 2 (Sham): 10 subjects, Group 3 (nerve damage subject group): 10 subjects) were included in the study. The video recordings were evaluated with a video-based motion analysis system after subjects walking motions on a rotarod performance apparatus were recorded with a video camera (240 fps) from the rear.

Results: In the video recordings taken from the back, the time-dependent change of the movements of the knee and ankle joints and the effect sciatic nerve injury on both joints were examined in stance (foot contact) and swing phases in damaged lower extremity.

Conclusion: We observed that apparatus used for another purpose can be used as a tool for another analysis method and we also concluded that it can be used as a method in analyzing of regeneration of the sciatic nerve.

Key words: Sciatic nerve, rotarod performance apparatus, nerve injury, walking analysis

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	
2.1. Periferik sinir	2
2.2. Periferik Sinirin Konnektif Dokusu	2
2.3. Periferik Sinirin Damarsal Beslenmesi	3
2.4. Periferik sinir yaralanması	4
2.5. Periferik sinir yaralanması ile ilgili sınıflamalar	5
2.5.1. Seddon sınıflaması	5
2.5. 2. Sunderland sınıflaması	6
2.6. Yürüme analizi	7
2.6. 1. Siyatik fonksiyon indeksi hesaplaması	8
2.6.2. Siyatik fonksiyon indeksinin dezavantajları	11
2.7. Quadripedal yürüme	12
MATERYAL VE METOT	17
3.1. Denekler	17
3.2. Deney grupları	17
3.3. Cerrahi işlemler	17
3.4. Video kaydı	18
3.5. Veri analizi	19

BULGULAR	20
4.1. Diz hareketlerinin kinematik analizi	20
4.2. Ayak bileği hareketlerinin kinematik analizi	22
TARTIŞMA	25
SONUÇ	28
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	36

TABLULAR DİZİNİ

Tablo		Sayfa
3.1.	Deney grupları	17
4.1	Sağ dizin, ayak salınımına başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	20
4.2	Sağ dizin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	21
4.3	Sağ ayak bileğinin, ayak salınımına başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	22
4.4	Sağ ayak bileğinin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	23

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
2.1.	Sıçan ayak izleri kullanılarak elde edilen ölçümler	10
2.2.	Siyatik fonksiyon indeksi hesaplamasında kullanılan formülasyonlar	11
3.1	Deneğin salınım ve ayak teması anında diz ve ayakbileği eklemlerinin açısal değişimlerinin ölçüm yöntemi	19
4.1	Sağ dizin, ayak salınımına başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	21
4.2	Sağ dizin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	22
4.3	Sağ ayak bileğinin, ayak salınımına başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	23
4.4.	Sağ ayak bileğinin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri	22

SİMGELER VE KISALTMALAR

ITS	: İntermediate Toe Spreading (ikinci ve dördüncü ayak parmakları arasında olan mesafe)
ITSF	: İntermediate Toe Spreading Factor
PL	: Print Lenght (topuktan başlayarak üçüncü parmak ucuna kadar olan mesafe)
SFI :	: Siyatik Fonksiyon İndeksi
TOF	: iki arka ayak arası mesafe
TS	: Toe Spreading (birinci ve beşinci ayak parmakları arasında olan mesafe)
TSF	: Toe Spreading Factor

1. GİRİŞ

Periferik sinirler; mekanik, termal, iskemik, ışınsal, elektriksel, kimyasal etkenler ve bunların dışında daha birçok nedenden dolayı hasarlanabilirler (Lundborg ve Dahlin, 1992, Terzis ve Smith, 1990). Bununla beraber, sinir yaralanmalarının başlıca sebebi travmatik yaralanmalardır (Burnett ve Zager, 2004).

Periferik sinir yaralanması sonrası fonksiyonların en kısa sürede ve optimal düzeyde geriye dönmesi temel tedavi stratejisidir. Bu da öncelikle sinir rejenerasyonunun doğasının daha fazla anlaşılmasını, rejenerasyonu kantitatif şekilde ve doğru yöntemle analiz edilmesini kaçınılmaz kılmaktadır.

Siyatik sinir hasarı sonrası rejenerasyonun değerlendirilmesinde sinir fonksiyonunu test eden analizler literatürde bildirilmiştir (Bain ve ark., 1989, Bervar, 2000, de Medinaceli ve ark., 1982, Dellon ve Dellon, 1991, Dijkstra ve ark., 2000, Inserra ve ark., 1998, Kanaya ve ark., 1996, Koka ve Hadlock, 2001, Lin ve ark., 1996, Lowdon ve ark., 1988, Oliveira ve ark., 2001, van Meeteren ve ark., 1997, Varejao ve ark., 2001). Bu testler içerisinde en sık kullanılanı siyatik fonksiyon indeksidir (Bain ve ark., 1989). Basit ve ucuz olması sebebiyle sık kullanılan bu analiz yöntemi pek çok araştırıcı tarafından da güvenilirliğinin az olması sebebiyle tercih edilmemektedir (Koka ve Hadlock, 2001). Çalışmamızda yürüme paterninin rotarod performans aparatı kullanılarak video tabanlı görüntü analizinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Periferik Sinir

Periferik sinir sistemi, merkezi sinir sistemi ile periferdeki organlar arasında çift yönlü uyarımı sağlayarak motor, duyuusal ve otonomik fonksiyonların düzenlenmesinde rol oynar. Bir periferik sinir, embriyolojik olarak ektoderm tabakasından gelişir (Sadler, 1990).

Periferik sinir sisteminin nöroglia hücreleri olan Schwann hücreleri (Frostick ve ark., 1998, Mirajullah ve Shen, 2002, Ross ve Pawlina, 2006), periferik sinir sistemindeki yıkıntıları temizler ve yaralanma sonrası aksonların rejenerasyonuna yardım eder (Burnett ve ark., 1995, Anselin ve ark., 1998, Frostick ve ark., 1998, Hirata ve Kawabuchi, 2002, Mirajullah ve Shen, 2002). Schwann hücreleri, aynı zamanda hem myelinli hem de myelinsiz sinir liflerini destekler. Sinir impulslarının daha hızlı iletilmesini sağlayan myelin kılıf, akson tepeciği ile akson terminallerinde bulunmaz.

2.2. Periferik Sinirin Konnektif Dokusu

Periferik sinir sistemini saran kılıflar, içten dışa doğru sırasıyla endoneurium, perineurium ve epineurium'dur.

a- Endoneurium: En içte bulunan endoneurium, aksonları sararak perineurium içinde tutan fibroblastlardan, kollajenden ve retiküler liflerden, mast hücrelerinden, makrofajlardan ve kapiller sistemden oluşan bağ dokusudur (Lundborg ve ark., 1988, Allt ve Lawrenson, 2000, Özmen, 2002).

b- Perineurium: Endoneurium ve epineurium arasında bulunan perineurium, birkaç sinir lifini sararak fasciculus adı verilen yapının oluşmasını sağlar (Terzis ve Smith, 1990). Sinirler, fassikül sayısına göre monofassiküler, oligofassiküler ve polifassiküler sinirler olarak gruplandırılırlar. Seyirleri boyunca diğer fassiküller ile de bağlantı kurarlar. Sunderland'e göre fassiküller arası bağlantılar, periferik sinirin proksimalinde daha fazla olmakla beraber, distale doğru gidildikçe bu bağlantılar azalır (Sunderland, 1978).

c- Epineurium: En dışta bulunan epineurium, birden fazla sinir demetini (fasciculus) saran gevşek kollajen bağ dokudur. Fassikülleri, hareket sırasında meydana gelebilecek travmalardan korur. Bireylere göre, sinirin tipine ve seviyesine göre

farklılık gösteren epineuriumun kalınlığı, sinirin distaline doğru gittikçe azalmaktadır (Terzis ve Smith, 1990).

2.3. Periferik Sinirin Damarsal Beslenmesi

Periferik sinirler, zengin bir vasküler beslenmeye sahiptir (Lundborg, 1975). Periferik sinirlerde uyarı iletimi ve aksonal transport için enerji gerekmektedir. Bu enerji, periferik sinir sistemini saran kılıflar arasında ve birbirleriyle bağlantılı olan vasküler sistem sayesinde sağlanmaktadır (Hansson, 1993). Periferik sinirin farklı segmentleri ve tabakaları arasında bulunan, iyi gelişmiş kollateral dallar tarafından oluşturulan geniş damar pleksusları (Adams, 1942, Lundborg ve Dahlin, 1992, Lundborg ve Dahlin, 1996), ekstrinsik ve intrinsik intranöral sistem olarak adlandırılan iki fonksiyonel bölümden oluşur (Lundborg ve Dahlin, 1992). Ekstrinsik intranöral sistem, değişken çaptadır. Genellikle komşu büyük arter ve venlerden köken alan segmental damarlardan oluşan ekstrinsik sistem, büyük ölçüde kan desteği, kas perforatorları ve periosteal damarlardan sağlanır. Ekstrinsik intranöral sistemin oluşturduğu segmental damarlar, sinirin epineurium tabakasına girerler. Burada bir pleksus oluştururlar. Daha sonra perinöral pleksus oluşturmak için perinöral damarlar, endonöral tabakaya oblik olarak sinirin trasesi boyunca uzanırlar (Lundborg ve ark., 1988). Oblik olarak uzanan damarlar ,endonöral basınç artışına karşı hassastırlar (Lundborg ve ark., 1983, Terzis ve Smith, 1990). Endonöral ağı ise arterioller, kapiller, ve venüller oluşturur.

Ekstrinsik intranöral sistemden köken alan venler, doku içinde genellikle arterlere eşlik ederek kıvrımlı bir yol izlerler. Bu sayede, damarlara sinirin gerilmesi sırasında hareket kolaylığı sağlanmış olur (Lundborg, 1979). Epineurium tabakasında bulunan ekstrinsik intranöral damarlar, sempatik sinir sistemi tarafından innerve edilirler. Yine bu tabakadaki sinir lifleri, besleyici damarlara yakın seyrederek (Lundborg, 1970, Nordin ve Frankel, 2001).

Ekstrinsik besleyici damarlar, sinir içerisine girdiği noktadan itibaren intrinsik intranöral damar sistemi olarak devam eder. İntrinsik intranöral dallar, epineurium kılıfı içinde longitudinal uzanırlar ve burada geniş damar ağlarını oluştururlar. Bu damarlardaki kan akımı predominant paternde değildir (ters yönde kan akımlarının aynı damarın farklı noktalarında aynı anda oluşabileceği bildirilmiştir) (Bell ve Weddell, 1984). Buradaki anastomozlar genelde, arteriol-arteriol, venül-venül, ve

arteriol- venül arasındadır. Epineurium'daki damarsal ağ, kan ihtiyacına göre, kanı yeniden yönlendirebilir ve bu nedenle yüksek adaptasyon kapasitesine sahip bir sistemdir (Bell, 1984). Buna benzer bir oluşum, perinöral damarlarda da bulunmaktadır. Endoneurium'un primer kapiller pleksusu vardır ve ayrıca birbirleri ile çeşitli anastomozlar yapan pek çok longitudinal damarlar da bulunmaktadır. Perinöral bağ dokusunun bir kısmını da üzerlerinde taşıyan bu damarlar, sinir içerisinde oblik ilerlerler (Terzis ve Smith, 1990).

2.4. Periferik Sinir Yaralanmaları

Periferik sinirler; mekanik, termal, iskemik, ışınsal, elektriksel, kimyasal etkenler ve bunların dışında daha birçok nedenden dolayı hasarlanabilirler (Terzis ve Smith, 1990, Lundborg ve Dahlin, 1992). Bununla beraber, sinir yaralanmalarının başlıca sebebi travmatik yaralanmalardır (Burnett ve Zager, 2004). Periferik sinir hasarı sonucu; hasarlanan sinirle ilgili vücut bölgesinde motor, duysal ve otonomik fonksiyonların kısmi veya tam kaybı oluşur (Dellon ve Mackinnon, 1989). Periferik sinir yaralanmaları ile ilgili olan çalışmalarda, çalışmayı yapacak olan araştırmacılar tarafından en çok tercih edilen sinir, siyatik sinirdir (Mackinnon ve ark., 1985, Munro ve ark., 1998).

Periferik sinirler, konnektif doku tarafından sarılırlar. Bu nedenle elastiktirler. Elastik olmalarına rağmen, sinire uygulanan gerilme kuvveti, sinirin gerilme kapasitesinin üstüne çıkarsa, o bölgede lezyon gerçekleşir. Bu durum kısmi yaralanma veya sinirin kopması şeklinde de olabilir. Gerilme tipi yaralanmalar, sinirle kemiğin yakın olduğu yerlerde daha sıklıkla görülürler.

Travmatik yaralanmaları, sinirin kesilmesiyle de oluşur (Robinson, 2000, Burnett ve Zager, 2004). Bu tip yaralanmalar, gerilme tipindeki yaralanmaya göre daha kolay oluşturulabildiğinden araştırmalarda yaygın olarak kullanılır. Travmatik yaralanmalar içerisinde; diğer bir yaralanma türü de ezilme tipi yaralanmalardır. Ezilme tipi lezyonlarda; motor ve duysal fonksiyonların total kaybı olabilmektedir. İskemi ve mekanik ezilme, bu tipi yaralanmalarda, primer etken olarak kabul edilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar, kısa süreli ezilme tipi yaralanmalarında, iskeminin, ezilen sinirdeki fizyolojik iletim bloğuna neden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yapılan çalışmalarda aynı zamanda, küçük çaplı olan myelinli liflerdekine göre büyük çaplı olan myelinli liflerde daha fazla iskemik etki oluştuğu

ortaya çıkarılmıştır. Kısa süreli iskemide, histolojik değişiklikler genellikle geri dönüşümlü olurken, süresi ve şiddeti daha fazla olan iskemide, genellikle fonksiyonun kaybolabileceği ve rejenerasyonun olmayabileceği düşünülmektedir (Dijkstra ve ark., 2000, Zochodne, 2000, Burnett ve Zager, 2004).

2.5. Periferik Sinir Yaralanmalarının Sınıflandırılması

Günümüzde, periferik sinir yaralanması ile ilgili olarak kullanılan iki farklı sınıflama vardır. Bunlar Seddon ve Sunderland sınıflandırmalarıdır.

2.5.1. Seddon sınıflaması

Bu sınıflandırma Sir Herbert Seddon tarafından yapılmıştır. Seddon, periferik sinir yaralanmalarını şiddetine göre 3 sınıfa ayırmıştır (Terzis ve Smith, 1990), bunlar; Neuroapraxia, Axonotmesis ve Neurotmesis olarak adlandırılmıştır.

Neuroapraxia: Neuroapraxia, en hafif dereceli sinir yaralanmasıdır. Sinir devamlılığı kaybolmaz, aksonal devamlılık vardır. Bu sinir yaralanmasında, geçici bir ileti bloğu oluşur. Neuroapraxia'da, myelin yapısında bazı değişiklikler meydana gelir. Yapıda değişiklik olmasına rağmen, geçici ileti bloğuna, hasarlı bölgedeki bölgesel bir iyon-aracılı ileti bloğunun sebep olduğu varsayılmaktadır. Geri dönüşümlü olan neuroapraxia için tam bir rejenerasyonun olabilmesi günler veya haftalar sürer.

Axonotmesis: Neuroapraxiaya oranla yaralanma şiddeti biraz daha fazladır. Çevre bağ dokunun korunur. Aksonotmesiste akson ve myelin kılıfın tamamen kesildiği için aksonal devamlılık kaybı vardır. Wallerian dejenerasyonu görülür. Aksonotimesis'te, yaralanma sırasında çoğunlukla epineurium ve perineurium korunur. Sinir rejenerasyonu, sağlam proksimal sinir ucundan başlayarak ve yaklaşık olarak 1mm/gün hızında distale doğru ilerleyerek gerçekleşir. Aksonotmetik yaralanmalarda iyileşme, neuroapraxia'dan farklı olarak haftalar değil, genellikle ay ve/veya aylar içerisinde meydana gelir.

Neurotmesis: En şiddetli periferik sinir yaralanması olan neurotmesiste sinirin aksonu, myelini ve konnektif dokusunu parçalanmıştır. Çevre bağ dokunun kılıfını da tamamen zarar görmüştür. Akson devamlılığı bozulmuştur. Akson devamlılığının da bozulmasıyla birlikte, aksonda yeniden büyümeyi yönlendirebilecek yapılar da kaybolur, bunun yerine skar dokular oluşur. Bu nedenle iyileşme rejenerasyon aracılığıyla oluşamaz. Sinirin devamlılığını yeniden sağlamak için, aksonal

rejenerasyonun oluşabilmesi adına, oluşan skar dokusunu cerrahi olarak kaldırılmak gereklidir (Bozkurt ve Benli, 2004).

2.5.2. Sunderland sınıflaması

Bu sınıflandırma Sir Sidney Sunderland tarafından tanımlanmıştır. Bu sınıflamada, sinirin anatomik katmanlarını içeren 5 derecede yaralanma değerlendirilmiştir. Periferik sinir yaralanmasının Sunderland'e göre değerlendirmesi şu şekildedir:

1. derece yaralanma: En hafif şiddetteki yaralanmaları değerlendirmede kullanılmıştır. Seddon'un sınıflamasındaki neuroapraxia ile eşdeğer bir değerlendirmedir. Sinir dokusunun bütünlüğü devam etmektedir fakat bunun yanında bölgesel ileti bloğu görülmektedir. Aynı zamanda segmental demyelizasyon da görülmüştür. Motor ve duyuşsal kayıplar vardır, fakat motor fonksiyonlardaki kayıp daha fazla görülür. Aksonal ileti hızının tam olarak iyileşebilmesi için 6 veya 8 hafta gerekmektedir.

2. derece yaralanma: İkinci derece, sinir kılıf yapıları sağlam kalırken, aksonal yaralanmanın görüldüğü yaralanma derecesidir. Yaralanmanın distalinde Wallerian dejenerasyon vardır ve iyileşme süresi birinci derece yaralanmalarına nispeten daha uzun sürede gerçekleşir.

3. derece yaralanma: Üçüncü derece yaralanmalarda, endonöral tabakada aksonal yaralanmalar görülür ve aksonal yaralanmanın distal bölümünde yine Wallerian dejenerasyonu görülmektedir. İkinci dereceden farklı olarak burada, endoneurium'da oluşan fibrosis nedeniyle yeni sinir liflerinin ilerlemesi engellenebilir. Yeni sinir liflerinin ilerlemesinin engellendiği bu yaralanma tipinde tam iyileşme gözlenmeyebilir.

4. derece yaralanma: Dördüncü derece yaralanmalarda, epineurium dışında endonöral ve perinöral tabakada aksonal yaralanmalar görülmektedir. Dördüncü derece yaralanmalarda, skar dokusu oluşumu giderek artmıştır.

Sunderland sınıflandırmasında 2., 3. ve 4. derece yaralanmalar, Seddon sınıflandırmasındaki axonotmesis'e eşdeğerdir.

5. derece yaralanma: Bu derece, en şiddetli yaralanmaları tanımlar. Epinöral kılıf da dahil olmak üzere tam bir sinir kesisi vardır. Bozulan epinöral devamlılığın cerrahi olarak onarılması gerekmektedir. Sunderland sınıflandırmasındaki beşinci derece yaralanma, Seddon'un sınıflamasındaki neurotmesis'e eşdeğerdır.

2.6. Yürüme analizi

Periferik sinir yaralanmaları yaygın görülen klinik bir sorundur ve sıklıkla uzun süreli fonksiyonel defisitlere neden olur. Sinir hasarı sonrası rejenerasyonun iyileştirilmesi için yöntemlerin geliştirilmesine yönelik kapsamlı araştırmalar hala devam etmektedir. Rejenerasyonun histolojik, elektrofizyolojik ve fonksiyonel ölçümleri belirlenmiştir. Bunlardan fonksiyonel iyileşme, ölçülmesi en zor olanıdır ve her zaman histolojik ve elektrofizyolojik sonuçlar ile iyi korelasyon göstermez (Koka ve Hadlock, 2001).

Hayvan modelleri, sinir hasarını ve onarımı sonrasında fonksiyonel sonuçları görebilmek için, deneysel periferik sinir çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte sıçanlar, küçük boyutları ve makul bir maliyetle aynı genetiğe sahip çok sayıda hayvanın bulunması ve sıçan sinirlerinin mikrocerrahi tekniklerle kolaylıkla manipüle edilebilecek kadar büyük olması nedeniyle sinir çalışmalarında, motor ve duyu sinir fonksiyonlarının aynı anda değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan bir modeldir (Nichols ve ark., 2005, Sarikcioglu ve ark., 2009).

Sıçanın arka bacağının innervasyonu siyatik sinir ve dalları tarafından sağlanır. Siyatik sinir, siyatik çentikten geçerek uyluğa girer. Bu noktada kalça ekstansörlerine ve bacak fleksörlerine dallar verir. M. gluteus medius altında uyluğa doğru ilerler. Uyluk orta noktasında sinir, peroneal, tibial ve sural dallara ayrılır; peroneal sinir daha sonra tibialis anterioru ve ekstansör digitorum longus'u innerve ederken, tibial sinir plantar fleksörler, ayak fleksörleri ve m. tibialis posterior'u innerve eder (Nichols ve ark., 2005).

Sıçan siyatik sinir modeli, motor ve duyu sinir fonksiyonunun değerlendirilmesinde büyük rol oynar. Sıçanlarda tek taraflı siyatik sinir lezyonu sonrasında, yürümede değişiklikler meydana gelir. Bu değişikliklerin zamanla kademeli olarak ortadan kalkması sinir rejenerasyonunu ve fonksiyonel iyileşmeyi yansıtır (Bervar, 2000).

Sıçanlar, sabit hızda, çok tutarlı ve ölçülebilir bir yürüyüş ve duruş deseni ile yürürken adımları düzenli ve simetrik. Sıçanların adımları da, dört ekstremite ile ilişkili olarak pençe yerleştirme değerleri, adım uzunluğu ve yürüyüşün duruş ve salınım evrelerinde harcanan zamana bağlı olarak belirgin tutarlılık ile oldukça düzenlidir. Sıçan arka ekstremitesinin normal işlevi, düzenli yürüyüş ve duruş için gereklidir ve sinir lezyonları bacak, ayak ve ayak parmaklarının işlevini etkiler. Arka ekstremitenin fonksiyonel defisiti, pençe yerleştirme ve adım atma kalıplarındaki değişiklikler, yürüyüşün evrelerindeki değişiklikler ve ekstremite kuvvetindeki doğrudan değişiklikler yoluyla açıkça görülmektedir (Nichols ve ark., 2005).

Siyatik fonksiyon indeksi (SFI), fonksiyonel değerlendirmenin en yaygın kullanılan formlarından biridir. Normal ve deneysel ayak izlerinden elde edilen parametreleri matematiksel bir formülle karşılaştırılır ve duyuşsal ve motor fonksiyonla ilgili siyatik sinir rejenerasyonuna ilişkin bilgi sağlar. SFI, ilk olarak 1982 yılında de Medinaceli ve arkadaşları (1982) tarafından tanımlanmıştır. Arka ayakları belli bir boya türüne daldırılan sıçanlar, yürüyüş yoluna yerleştirilen bir kağıt üzerinde yürüyecek şekilde ve sonunda karartılmış bir kafese doğru yürütülür. Yürüdükten sonra deneklerin kağıt üzerinde bıraktıkları ayak izleri ölçülüp matematik formülasyona yerleştirilerek analiz edilir. Ayak izindeki farklı noktalar arasındaki ve iki ayak arasındaki ilişkileri ölçmek üzerine kurgulanmış olan Siyatik fonksiyon indeksi, daha sonra Bain ve arkadaşları (1989) tarafından modifiye edilmiştir. Bervar (2000) tarafından getirilen siyatik statik indeks (SSI), siyatik yaralanma sonrasında fonksiyonel iyileşmenin değerlendirmesinde kullanılan başka bir yöntemdir. Deneğin statik bir konumdayken elde edilen ayak izlerinin kullanıldığı bu yöntem de araştırmacılar tarafından sık kullanılan yöntemlerdendir.

2.6. 1. Siyatik fonksiyon indeksi hesaplaması

Yürüme paterni analizi ilk kez 1982 yılında de Medinaceli ve arkadaşları (1982) tarafından tarif edilmiştir. De Medinaceli ve arkadaşlarının tanımladığı yöntem ampirik olarak elde edilmiş bir matematik formülasyondur. Bu formülasyonda normal ve deneysel ayaklardan elde edilen dört ölçüm kullanılır. Matematik formülasyonun nümerik değeri siyatik fonksiyon indeksi (SFI) olarak isimlendirilir. 0 (sıfır) SFI değeri normal fonksiyonu, buna karşın -100 değeri ise total felci temsil eder. De Medinaceli ve arkadaşları (1982), siyatik fonksiyon indeksi değerini bu şekilde tarif etmelerine karşın +11 ve -11 değerlerini de normal olarak kabul

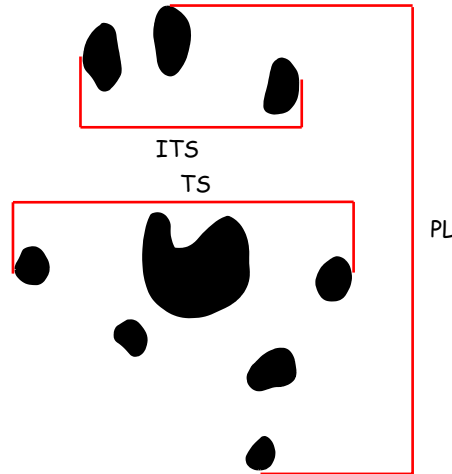
etmişlerdir. Siyatik fonksiyon indeksi hesaplanmasında kullanılan PL: print lenght (topuktan başlayarak üçüncü parmak ucuna kadar olan mesafe), TS: toe spreading (birinci ve beşinci ayak parmakları arasında olan mesafe), ITS: intermediate toe spreading (ikinci ve dördüncü ayak parmakları arasında olan mesafe), hem normal hem de deneysel taraftan elde edilmesinden dolayı, Dellon ve arkadaşları (1991) normal tarafın gerçekten normal olup olmadığı konusunda bir hipotez öne sürmüşlerdir. Bu hipoteze göre, bir ekstremitedeki periferik sinirin harabiyeti sonrası ağırlığın taşınması için diğer ekstremiteye daha fazla ağırlık yüklenir ve bunun sonucunda artmış PL, TS, ITS değerleri elde edilir. Bu hipotezin ortaya atılmasına rağmen araştırmacılar deney gruplarında kontrol ve sham grupları oluşturarak bu hipotezin doğru olup olmadığını da test etmişlerdir ve sonuçta pek çok araştırmacının da yrutin olarak yaptığı gibi sinir harabiyeti yapılmayan tarafı normal olarak kabul etmişlerdir.

De Medinaceli ve arkadaşlarının (1982) siyatik fonksiyon indeks formulasyonunu tanımlamasından önce Hruska ve arkadaşları (1979) yürüme paterni üzerinde çalışmışlar fakat bunu bir matematik formulasyon ve sonuçta bir nümerik değer olarak ortaya koymamışlardır. De Medinaceli ve arkadaşları (1982) tarafından tarif edilmesinden sonra indeks formulasyonu çeşitli araştırmacılar tarafından modifikasyonlara uğramıştır. İlk modifikasyon Carlton ve Goldberg (1986) tarafından, sonraki modifikasyon ise Bain ve arkadaşları (1989) tarafından yapılmıştır.

De Medinaceli ve arkadaşlarının (1982) kullandıkları parametreler (PL, TS, ITS, TOF) kendi gözlemledikleri ve diğer araştırmacılar tarafından kullanılan parametrelerden oluşmuştur. De Medinaceli ve arkadaşlarına göre iki arka ayak arası mesafe (TOF), deneysel ayağın deneğin ağırlığını taşıma kapasitesini göstermektedir. TS ve ITS, peroneal sinirin durumu hakkında bilgi verir. TS ve ITS ile ilgili bilgileri daha önceki çalışmalara (Berenberg ve ar., 1977, Gutmann, 1942, Hasegawa, 1978) dayalı olarak kullanmışlardır. De Medinaceli ve arkadaşları (1982) indeks formulasyonunun hesaplanmasında bu dört değişkene eşit değerde önem vermişlerdir (Şekil 2.1).

1986 yılında, Carlton ve Goldberg (1986) yeni bir indeks formülasyonu önermişlerdir. Bu indeks formülasyonunda ise TOF değişkeni yer almamıştır. Carlton ve Goldberg'e göre TOF her zaman güvenilir bir veri değildir. Çünkü denek her zaman düzgün bir şekilde ayaklarını düzenli mesafelerde koymamaktadır. Bazen bir ayağını diğerinin hemen yanına koymakta bazen de beklenenden uzun bir mesafeye sıçrayabilmektedir (Carlton ve Goldberg, 1986).

1989 yılında, Bain ve arkadaşları (1989) ise indeks formülasyonunu tamamen istatistiksel kurallara göre oluşturmuşlardır. Bain ve arkadaşları (1989), indeks formülasyonunda yer alan değişkenlerin ne kadar ağırlıkta formülasyonda yer alması gerektiğini hesaplamak için lineer regresyon analizi kullanmışlardır. Ayrıca sadece siyatik fonksiyon indeksi şeklinde bir formülasyon dışında selektif bir peroneal sinir harabiyeti oluşturarak peroneal fonksiyon indeksi ve selektif bir posterior tibial sinir harabiyeti oluşturarak tibial fonksiyon indeksi formülasyonlarını da tarif etmişlerdir (Şekil 2.2). Carlton ve Goldberg (1986) bu şekilde selektif sinir harabiyeti oluşturmalarına karşın indeks formülasyonunun oluşturulması sırasında ampirik bir yöntem kullanmışlardır.



Şekil 2.1. Sıçan ayak izleri kullanılarak elde edilen ölçümler. PL: print length (topuktan başlayarak üçüncü parmak ucuna kadar olan mesafe), TS: toe spreading (birinci ve beşinci ayak parmakları arasında olan mesafe), ITS: intermediate toe spreading (ikinci ve dördüncü ayak parmakları arasında olan mesafe),

a- De Medinaceli, Freed, Wyatt, 1982

$$SFI = \left[\left(\frac{ETOF - NTOF}{NTOF} \right) + \left(\frac{NPL - EPL}{EPL} \right) + \left(\frac{ETS - NTS}{NTS} \right) + \left(\frac{EIT - NIT}{NIT} \right) \right] \frac{220}{4}$$

b- Carlton, Goldberg, 1986

$$SFI = \left[\left(\frac{NPL - EPL}{EPL} \right) + \left(\frac{ETS - NTS}{NTS} \right) + \left(\frac{EIT - NIT}{NIT} \right) \right] \frac{220}{3}$$

$$TFI = 125 \left(\frac{NPL - EPL}{EPL} \right) - 43.8 \left(\frac{ETS - NTS}{NTS} \right) + 252 \left(\frac{EIT - NIT}{NIT} \right)$$

$$PFI = (2 \times SFI) - TFI$$

c- Bain, Machinnon, Hunter, 1989

$$SFI = -38.3 \left(\frac{EPL - NPL}{NPL} \right) + 109.5 \left(\frac{ETS - NTS}{NTS} \right) + 13.3 \left(\frac{EIT - NIT}{NIT} \right) - 8.8$$

$$TFI = -37.2 \left(\frac{EPL - NPL}{NPL} \right) + 104.4 \left(\frac{ETS - NTS}{NTS} \right) + 45.6 \left(\frac{EIT - NIT}{NIT} \right) - 8.8$$

Şekil 2.2. Siyatik fonksiyon indeksi hesaplamasında kullanılan formülasyonlar. PL: print length (topuktan başlayarak üçüncü parmak ucuna kadar olan mesafe), TS: toe spreading (birinci ve beşinci ayak parmakları arasında olan mesafe), ITS: intermediate toe spreading (ikinci ve dördüncü ayak parmakları arasında olan mesafe), TSF: toe spreading factor, ITSF: intermediate toe spreading factor. TOF: iki arka ayak arası mesafe, E: experimental (deneysel) taraf, N: Normal taraf

2.6.2. Siyatik fonksiyon indeksinin dezavantajları

Periferik sinir araştırmalarında fonksiyonel iyileşmenin değeriendirilmesi için hassas, tekrarlanabilir ve güvenilir yeni yöntemler geliştirmek zorunludur (Varejao ve ark., 2003). Yürüyüş yolu analizi, sıçan modelinde yaygın olarak kullanılan siyatik sinir hasarından fonksiyonel iyileşmeyi değeriendirmek için niceliksel bir yöntem sağlar. Bununla birlikte, 1982'de de Medinaceli'nin grubu tarafından geliştirilmesinden bu yana, bu işlevsel değeriendirmenin geçerliliğı birçok yazar tarafından sorgulanmıştır. Bazen, kontraktür oluşumu, ototomi, ayak izini oluşturan mürekkebin bulaşması, kuyruk sürüklenmesinin veya diğeri ayak izleri ile kontaminasyon gelişmesi nedeniyle yürüme izlerinin analiz edilmesinde teknik zorluklar mevcuttur. Bu tekniğinin bir diğeri önemli kısıtlılığı ise ayak izinin hız parametresinin yürüme hızı ile olan değerişkenliğidir (Varejao ve ark., 2003).

Yürüyüş izi analizinin evrensel olarak sinir araştırmalarında kullanılması gerçeğine rağmen, deneysel kullanımını kısıtlayan bir takım problemler vardır. Her iki ayağın görünür baskı izlerini elde etmek için genellikle birkaç yürüyüşe gerek vardır (Varejao ve ark., 2004). Bazı araştırmacılara göre, TOF her zaman güvenilir bir veri değeriştir. Çünkü denek her zaman düzgün bir şekilde ayaklarını düzenli mesafelerde

koymamaktadır. Bazen bir ayağını diğerinin hemen yanına koymakta bazen de beklenenden uzun bir mesafeye sıçrayabilmektedir (Varejao ve ark., 2003)

2.7. Quadripedal yürüme

Yürüme, canlıların bir yerden bir yere gidebilmek amacıyla gövdenin öne ilerletilmesiyle karakterize, son derece karmaşık bir hareketler bütünüdür (Gülçimen ve Ülkü, 2008). İnsanlarda yürüyüş ise; yerçekimi merkezinin öne doğru yer değiştirmesi sonucunda, gövde ve ekstremitelerin ritmik alternatif hareketleri olarak tanımlanmıştır. Biomekanik açıdan bakılırsa yürüyüş, vücut dengesinin ritmik bir şekilde kaybedilip tekrar kazanılması olarak tanımlanabilir (Yavuzer, 2014).

Yürümenin amacı; istenen zamanda, istenen hızda ve istenen yönde vücudu farklı yönlere hareket ettirmektir. yürüyüş sırasında canlılar, ilgili ekstremitedeki kaslarını, tendon ve bağlarını kullanırlar (Şeker ve ark., 2014).

Yürüyüş sırasında, bir ekstremitenin yere değmesinden sonra yine aynı ekstremitenin yere değmesine kadar oluşan olaylar bütünü yürüyüş siklusu olarak tanımlanır. Yürüme sırasında vücut ağırlığı tek bir ekstremitte üzerinde dengelenecek şekilde dönüşümlü olarak diğer ekstremiteye aktarılır. Yürüme siklusu duruş (stance) ve salınım (swing) fazları olarak iki ana alt gruba ayrılır. Yetişkin bir insanda yürüme siklusunun yaklaşık olarak %60'ı stance fazdan, %40'ı ise swing fazdan oluşur (Ayyappa, 1997, Gülçimen ve Ülkü, 2008).

Stance Faz (Duruş Fazı): Ayağın tamamı veya bir kısmı muhakkak yerle temas halindedir. Bu faz, topuk vuruşu ile başlayıp, parmak kalkışı tamamlandıktan sonra biter. Stance fazda da alt gruplar vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

- Topuk Vuruşu (Heel Strike); Yürüme siklusunun ilk %2'lik bölümünü oluşturur. Duruş fazının ilk bölümüdür. Ekstremitenin yani topuğun yere teması ile başlar. Bu faz boyunca amaç, ayağı ilk önce topuk olacak şekilde yerle temas ettirmektir.
- Taban Teması (FootFlat); Bu fazda karşı ekstremitte yerden kalkana kadar gövdenin ağırlığı yerdeki ayağa aktarılır. Bu fazın amacı, şokların emilimi, ayağın bir bütün olarak yere indirilmesi ve vücudun ağırlığının ayağa aktarılmasıdır.

- Orta Duruş (Midstance); Bu fazda, yerde duran ekstremitenin yanından swing fazdaki bacak geçer. Fazın amacı, yerdeki ekstremitte üzerinde gövdenin ileri hareketini sağlamaktır. Taban teması (footflat) fazında ekstremitte üzerine yük aktarımı başlamıştır, orta duruş (midstance) fazında ise yük tamamen yerdeki ekstremitte üzerindedir.
- İtme fazı (Push off/ Topuk Kalkışı); Fazın amacı ekstremitteyi salınım fazına hazırlamak için yerden kaldırmaktır. Diz eklemi ekstansiyondanfleksiyona gelir.
- Parmak Kalkışı (Toe off); bu fazda parmakların yer ile olan teması kesilir. Duruş fazının bitip salınım fazına geçildiği dönemdir. Karşıdaki ekstremitenin yere teması ile başlayan bu faz, parmakların tamamen yerden kalkması ile biter. Amaç bacağı salınım hazırlamaktır. Ayak yerden kalkar kalkmaz ivme alarak hızlanır.

Salınım Fazı (Swing Fazı); Ekstremitenin yerle temasının olmadığı bu faz, parmak kalkışı (toe off) ile başlayıp topuk teması (heel strike) ile sona erer. Stance fazda olduğu gibi swing fazda da alt gruplar vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

- Akselerasyon (Hızlanma, Erken Salınım); Bu faz, toe off fazının sona ermesiyle başlar. Geride kalan bacağın öne getirilebilmesi için ekstremitenin hızlanması gerekmektedir. Bacak, karşı ekstremitte hizasına geldiği zaman faz sona erer. Fazın amacı, ekstremitteye ivme kazandırarak hızlı bir şekilde öne ilerletmektir.
- Orta Salınım (MidSwing); Ayak havada iken öne doğru hızlanarak bu fazı başlatır. Swing fazdaki bacak, stance fazda olan bacağın önüne geçer. Bu fazın amacı ayağı yere değdirmeden öne doğru götürmektir.
- Son Salınım (Deselerasyon, Terminal Swing); salınım fazındaki bacak stance fazındaki bacağın önüne geçtikten sonra başlayan deselerasyon fazı, topuk teması ile sonlanır. Amaç swing fazdaki ekstremitteyi yer ile temasa hazırlamaktır. Topuk yere değmeden hemen önce ayağı kontrol edebilmek adına bacak hareketleri yavaşlatılır.

Ekstremitelerin yerle teması sırasındaki destek noktalarına göre ise yürüme siklusu, tek ve çift destek olarak iki faza ayrılır. Tek destek fazında, adından da anlaşıldığı gibi tek ayak yer ile temasta iken; çift destek periyodunda her iki ekstremitenin de

yer ile teması söz konusudur. Yürüyüşü koşmadan ayıran en büyük özellik çift destek periyodunun varlığıdır. Her iki ekstremitenin de yer ile temasta olduğunu gösteren çift destek periyodu yürüyüşün hızına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Yürüyüş ne kadar yavaşsa, çift destek periyodu süresi o kadar fazladır, bu nedenle koşma sırasında çift destek periyodu hemen hemen hiç görülmemektedir (Ayyappa, 1997, Şeker ve ark., 2014).

Vücut ağırlık merkezi, yürümede önemli bir kavramdır. Vücut ağırlık merkezinin ayakta anatomik pozisyonda duran bir yetişkin bireyde, her iki kalça arasında ve beşinci lumbal vertebranın önünde olduğu kabul edilir. Yürüyüş sırasında vücut ağırlık merkezi, yukarı-aşağı ve her iki yana hareket eder. Bu hareketler yaklaşık 5'er cm kadar bir mesafede oluşur. Vücut ağırlık merkezi, midstance fazda iken en yüksek noktasına erişirken, çift destek periyodunda ise en düşük noktasındadır. Yürüyüş sırasında da ayakta duruş pozisyonundan daha kısa görülmenin sebebi, Vücut ağırlık merkezinin midstance fazında bile ayakta dik duruştakine kıyasla daha aşağıda olmasıdır. Vücut ağırlık merkezi, midstance fazında aynı zamanda yatay olarak da en fazla değişime sahiptir (Şeker ve ark., 2014).

İnsanda yürüyüşün daha akıcı, daha verimli, daha estetik olması için, yürüyüş sırasında kullanılan enerjiyi daha aza indirmek için ve Vücut ağırlık merkezinin yatay ve dikey yer değiştirmelerini azaltmak için vücut bazı hareketler yapar (Şeker ve ark., 2014 ,Alsancak, 2015). Bu hareketler şu şekildedir:

- Pelvik Rotasyon; Pelvis, yer ile temas eden ekstremitenin etrafında eksternal rotasyon, salınım fazdaki ekstremitenin etrafında ise internal rotasyon yapar (Şeker ve ark., 2014).
- Pelvik Tilt; Pelvis horizontal düzlemde yer ile temas eden ekstremitenin olduğu tarafta aşağıya, karşı taraftaysa yukarı yer değiştirir (Şeker ve ark., 2014).
- Vücut ağırlık merkezinin vertikale yer değiştirmesi; Trochanter major ile crista iliaca arasında kalça stabilizatörü olarak görev alan m. gluteus medius, ekstremitenin üzerine ağırlık verildiğinde kasılır, pelvisi karşı tarafta yukarı kaldırır ve kendi tarafına doğru pelvisi düşürür (aşağı ve laterale çeker.)

- Vücut ağırlık merkezinin laterale yer değiştirmesi; Trochanter major ile crista iliaca arasında kalça stabilizatörü olarak görev alan m. gluteus medius, ekstremité üzerine ağırlık verildiğinde kasılır, pelvisi karşı tarafta yukarı kaldırır ve kendi tarafına doğru pelvisi düşürür (aşağı ve laterale çeker), lateral ve vertikal yer değiştirmeler ortalama olarak 5 cm civarındadır.
- Destek yüzeyinin genişliği; yürüyüş sırasında her iki topuğun orta noktaları arasında kalan mesafe destek yüzeyinin genişliğidir. Normalde 5-10 cm olması gereken destek yüzeyi genişliği, 5 cm altında olursa adduksiyon yürüyüşü, 10 cm üzerinde ise de abduksiyon yürüyüşü görülür.
- Kadens; Yürüyüşün ahengidir. Dakikada atılan adım sayısı yürüyüşün ahengini oluşturur. Eğer adım sayısı 70 ve altında ise yavaş, 90 ve 110 arası ise normal, 130 ve üzeri ise hızlı yürüyüş olarak sınıflandırılır (Alsancak, 2015, Şeker ve ark., 2014)

İnsan yürüyüşü, çift sarkaç olarak tanımlanan bir strateji ile gerçekleştirilir. Yani, yürüyüş sırasında gövde hareketleri çift bacak ve tek bacak periyotlarında farklıdır. Tek destek periyodundayken gövde ters sarkaç gibi hareket ederken, çift destek periyodunda sarkaç gibi hareket eder. Çift destek periyodundayken gövde, bir ip veya çubuğa bağlı sarkaç gibi davranır. Her hangi bir kuvvete bağlı olarak, periyodik ve ritmik hareketler başlar. Ters sarkaçta durum farklıdır. Destek nokta, ağırlık merkezinin altında kaldığından dolayı, yer çekimi sistemi durdurmaz, tersine hareket ettirir. İşte bu nedenle tek destek periyodunda stance fazdaki bacak ters sarkaç gibi davranır (Şeker ve ark., 2014).

İnsanlarda bipedal yürüyüş hakimken, ratlarda quadripedal yürüyüş hakimdir. Quadripedal yürüyen hayvanların sadece birkaç belirlenmiş yürüyüşleri olmasına rağmen, bireysel bir hayvan yürüyüşte büyük farklılıklar gösterebilir. Genelde dört ayak üzerinde yürüyen hayvanlarda şu yürüyüşler görülür; yürüme, tırmanma, hızlanma, kanter ve dörtnala. Quadripedal hayvanlarda kanter ve dörtnala yürüyüşler asimetrik yürüyüş olarak kabul edilirler.

Ters sarkaç modeliyle yürüyen quadripedal hayvanların Vücut ağırlık merkezleri ön bacaklarında kaudalde bulunur. Baş ve boyun hareketleri ile ağırlık merkezlerini dengeleyebilirler, baş ve boyunlarını indirerek Vücut ağırlık merkezini ileriye, baş ve

boyunlarını yükselterek vücut ağırlık merkezini geriye kaydırabilirler. Yanlara olan hareketlerde ise vücut ağırlık merkezi yanlara doğru kayacaktır. Bununla birlikte uzunluk ve ağırlığına bağlı olarak da kuyruklar da vücut ağırlık merkezi kaymalarında quadripedal hayvanlara katkıda bulunur. Fakat yine de fareler ve sıçanlar kuyruklarını genelde tutunma aracı olarak kullanırlar.

İleri hareket ederken, vücut ağırlık merkezi ileri ve karşı tarafta öne doğru kaymıştır. Bu nedenle ağırlık merkezini desteklemek adına hareket arka bacak tarafından başlatılır. Yavaş hızda bir yürüyüşte, ağırlık merkezi ritmik olarak ekstremiteler, gövde, kafa ve kuyruk olarak yer değiştirir. Bunu dengeyi korumak için yapmalıdır. Hızlı yürüyüşte ise öne ime artacağından dolayı yanlara salınım daha az olur. Hız ne kadar artarsa o kadar az sayıda ekstremitte eş zamanlı destek sağlar (Griffin ve ark., 2004).

Arkada kalan ayaklar, vücut ağırlık merkezini öne ve yukarı doğru hızlandırır. Ön ayaklara oranla arka ayaklar, daha uzun, daha köşeli ve daha kaslıdır. Arka ayaklar yürüyüşte itici güç olarak kullanılır. Ön ayaklar ise yürüyüşte daha ziyade destek olarak görev almaktadır. Yürüyüş sırasında düzenli olarak yukarıya itme ve yön sabitleme sağlarlar (Şeker ve ark., 2014, Yavuzer, 2014).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1.Denekler

Çalışmamızda 30 adet erişkin (200-260 gr) *Rattus norvegicus* türü dişi Wistar sıçan kullanıldı (**Tablo 3.2**). Tüm denekler 12 saat gece, 12 saat gündüz siklusunda ve her kafeste 5 denek olacak şekilde sınırsız yem ve su ile beslendi. Tüm prosedürler Akdeniz Üniversitesi Deney Hayvanları Bakım ve Kullanım Kuruluna sunulularak gerekli izinler alındı (protokol no: 2017.07.11).

3.2.Deney Grupları

Çalışmamızda kullanılacak olan denekler aşağıdaki tabloda belirtildiği şekilde sınıflandı ve denekler gruplara randomize bir şekilde dağıtıldı.

Tablo 3.1. Deney grupları

Grup Adı	Denek sayısı
Grup 1 (Kontrol)	10
Grup 2 (Sham)	10
Grup 3 (Siyatik sinir hasar grubu)	10

Grup 1 (Kontrol, 10 denek): Bu gruptaki deneklere herhangi bir cerrahi müdahale yapılmadı.

Grup 2 (Sham grubu, 10 denek): Bu gruptaki deneklerde siyatik sinir ortaya çıkarıldıktan hemen sonra cerrahi kesi 4.0 dikiş materyali ile kapatıldı.

Grup 3 (siyatik sinir hasar grubu, n: 10 denek): Bu grupta siyatik sinire ulaşıldı ve uyluğun orta bölgesinde siyatik sinir bir forseps aracılığıyla 30 saniye boyunca ezildi.

3.3.Cerrahi İşlemler

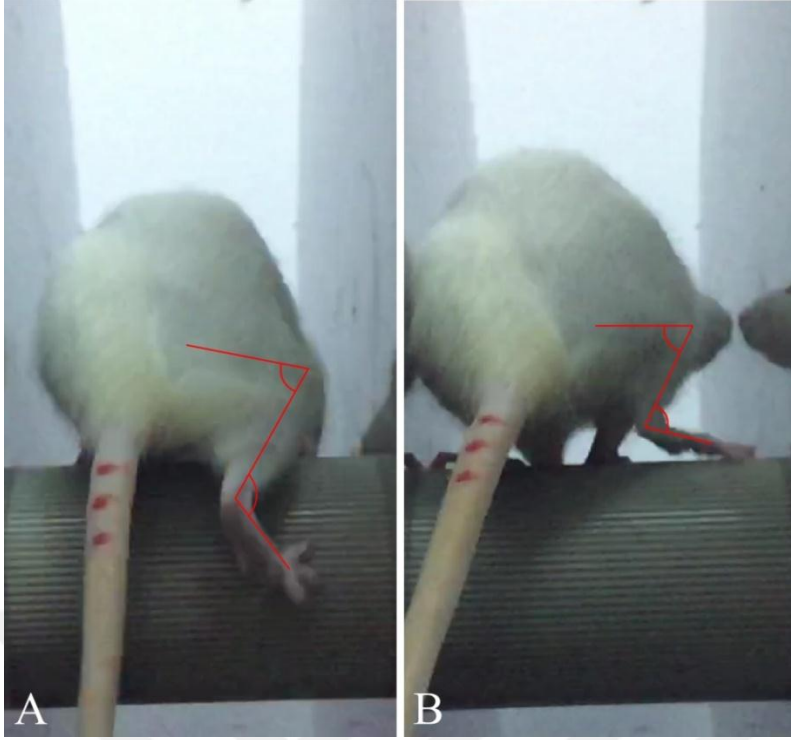
Cerrahi işlem öncesinde deneklerin anestezisi, Xylazin HCl (15 mg/kg) ve ketamin (100 mg/kg) karışımının intraperitoneal enjeksiyonu ile sağlanacaktır. Grup 2 ve 3 deneklerinde sağ uyluğun arka ve yan yüzü traşlanarak antiseptik solüsyon ile temizlendikten sonra uyluğun dış yanına bir deri insizyonu yapıldı. Fiberoptik aydınlatmalı operasyon mikroskobu (Olympus, SZ61) altında uyluk kasları arasından girilerek siyatik sinir ve dallarına ulaşıldı. Siyatik sinir, dikkatli bir disseksiyon ile etraftaki konnektif dokudan 2-2.5 cm uzunluğunda izole edildi. Daha sonra Grup 3

deneklerinde siyatik sinir bir forseps aracılığıyla 30 saniye boyunca ezildi. Cerrahi işlemler sonrası kesi yeri (deri) 4.0 dikiş materyali ile dikilerek kapatıldı ve denekler postoperatif bakım odasında iyileşmeye bırakıldı. Denekler üzerinde yapılan cerrahi işlemler sonrasında denekler standart kafeslerine alındıktan sonra deneklerin uyanmalarına yakın bir zamanda deneklere Tramadol HCl (Contramal®) (3 gün boyunca 20 mg/kg) verilerek postoperatif analjezileri sağlandı. Grup 2 deneklerinde ise siyatik sinir ortaya çıkarıldıktan hemen sonra cerrahi kesi 4.0 dikiş materyali ile kapatıldı. Cerrahi işlemin uygulandığı an, postoperatif dönemin başlangıcı olarak değerlendirildi. Denekler her kafeste 5 adet olacak şekilde postoperatif bakım odasında sınırsız yem ve su verilerek iyileşmeye bırakıldı.

3.4.Video Kaydı

Deneklerin yürüme hareketlerinin kaydı amacıyla rotatod performans aparatı üzerinde denekler video çekimi öncesi aparata alışmaları amacıyla bırakıldı. 10 rpm hızda ayarlanacak dönme hızı ile denekleri arkadan görecektek şekilde konumlanmış bir video kamera (saniyede 240 kare çekim yapabilen kamera, 240 fps) aracılığıyla deneklerin yürüme hareketleri kayıt altına alındı (MOV uzantılı video dosyaları). Video çekimi bütün gruplarda operasyondan önce, postop 7. gün, postop 15. ve postop 30. günde yapıldı (Şekil 3.4).

Her bir denek için ayrı ayrı oluşturulan video dosyaları, video tabanlı görüntü analiz sistemi (WinAnalyze, Mikromak, Berlin) yardımıyla sağ ve sol alt ekstremitenin stance (ayak teması) ve swing (salınım) durumlarında diz ve ayakbileği eklem hareketlerinin zamana bağlı olarak değişimi, siyatik sinir hasarı sonrası bu eklem hareketlerinin nasıl etkilendiği incelendi.



Şekil 3.1. Deneğin salınım ve ayak teması anında diz ve ayakbileği eklemlerinin açısal değişimlerinin ölçüm yöntemi

3.5. Veri Analizi

Veriler her grup için ortalama ve standart sapma olarak hesaplandı. Gruplar arasındaki ve postoperatif günler arasındaki fark ANOVA testi ile analiz edildi. Gruplar arasındaki ve postoperatif günler arasındaki farkın hangi alt gruptan kaynaklandığının anlaşılması ise posthoc test Tukey testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlendi.

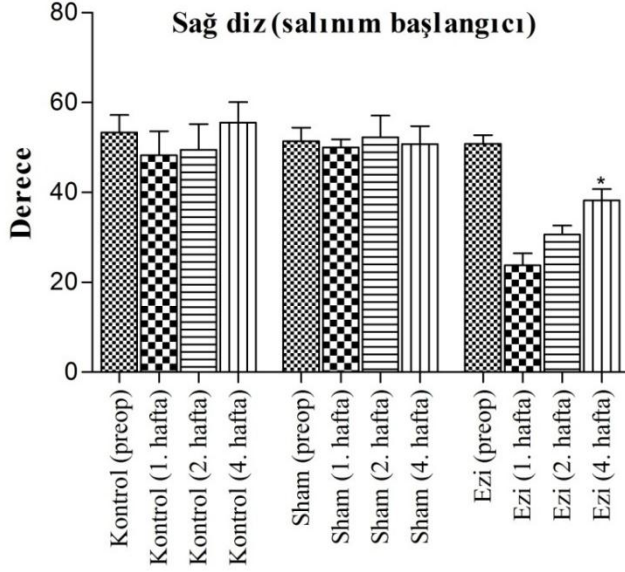
4. BULGULAR

4.1. Diz Hareketlerinin Kinematik Analizi

Sağ dizin rotarod performans aparatı kullanılarak video tabanlı görüntü analizi sonucu elde edilen veriler incelendiğinde dizin hareketlerin ayağın temas ettiği anda ve salınma başladığı anda olmak üzere kontrol ve sham gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olmadıkları ($p>0.05$) tespit edildi. Ezi grubu hafta bazında incelendiğinde ise 4. haftadaki eklem açısı 1. hafta ve 2. haftada gözlenen eklem açısı arasında istatistiksel anlamlı bir farka sahip olduğu tespit edildi (Tablo 4.1.1 ve Şekil 4.1.1).

Tablo 4.1. Sağ dizin, ayak salınma başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri

Grup adı		Ortalama	Standart sapma
Grup 1 (Kontrol)	Preop	55.5	15.5
	1. hafta	55.3	15.9
	2. hafta	59.2	3.6
	4. hafta	55.6	12.0
Grup 2 (Sham)	Preop	56.3	15.8
	1. hafta	56.9	6.5
	2. hafta	54.8	11.6
	4. hafta	58.3	2.6
Grup 3 (Ezi)	Preop	57.7	13.9
	1. hafta	25.7	9.0
	2. hafta	26.6	9.9
	4. hafta	42.0	6.0

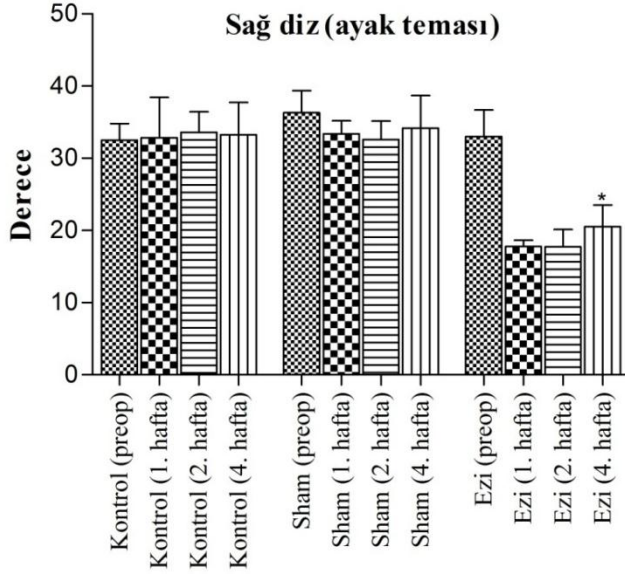


Şekil 4.1. Sağ dizin, ayak salınımına başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri. *: postop 1. hafta ve postop 2. hafta verileri ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlılığı göstermektedir

Diz eklemının ayağın salınım anındaki eklem açısı ile uyumlu şekilde ayak teması anında da kontrol ve sham gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olmadıkları ($p>0.05$) tespit edildi. Ezi grubu hafta bazında incelendiğinde ise 4. haftadaki eklem açısı 1. hafta ve 2. haftada gözlenen eklem açısı arasında istatistiksel anlamlı bir farka sahip olduğu tespit edildi (**Tablo 4.1.2** ve **Şekil 4.1.2**).

Tablo 4.2: Sağ dizin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri

Grup adı		Ortalama	Standart sapma
Grup 1 (Kontrol)	Preop	32.5	4.6
	1. hafta	32.8	9.7
	2. hafta	33.6	4.9
	4. hafta	33.3	8.9
Grup 2 (Sham)	Preop	36.3	6.1
	1. hafta	33.4	3.6
	2. hafta	32.6	5.1
	4. hafta	34.2	11.8
Grup 3 (Ezi)	Preop	33.0	8.9
	1. hafta	17.8	2.3
	2. hafta	17.7	3.4
	4. hafta	20.5	6.7



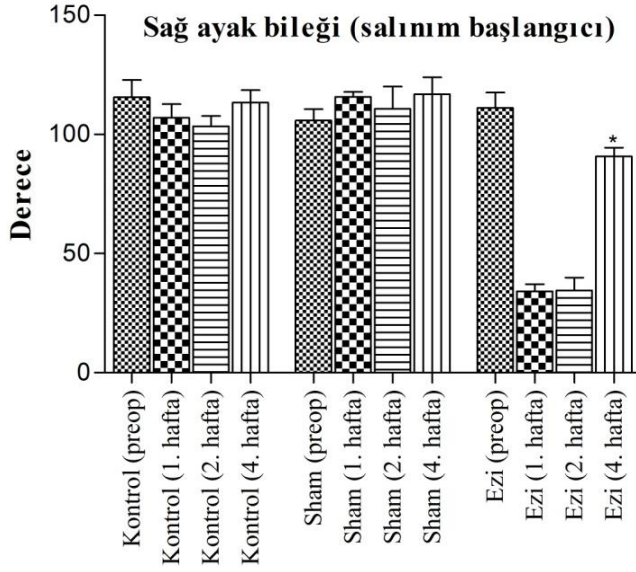
Şekil 4.2: Sağ dizin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri. *: postop 1. hafta ve postop 2. hafta verileri ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlılığı göstermektedir

4.2. Ayak bileği hareketlerinin kinematik analizi

Sağ ayak bileğinin rotarod performans aparatı kullanılarak video tabanlı görüntü analizi sonucu elde edilen veriler incelendiğinde ayak bileğini hareketlerin ayağın temas ettiği anda ve salınımına başladığı anda olmak üzere kontrol ve sham gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olmadıkları ($p>0.05$) tespit edildi. Ezi grubu hafta bazında incelendiğinde ise 4. haftadaki eklem açısı 1. hafta ve 2. haftada gözlenen eklem açısı arasında istatistiksel anlamlı bir farka sahip olduğu tespit edildi (Tablo 4.2.1 ve Şekil 4.2.1).

Tablo 4.3: Sağ ayak bileğinin, ayak salınımına başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri

Grup adı		Ortalama	Standart sapma
Grup 1 (Kontrol)	Preop	115.5	19.3
	1. hafta	106.9	19.1
	2. hafta	103.4	12.2
	4. hafta	113.3	15.9
Grup 2 (Sham)	Preop	105.8	12.7
	1. hafta	115.7	4.7
	2. hafta	110.7	28.2
	4. hafta	116.8	19.0
Grup 3 (Ezi)	Preop	111.3	11.4
	1. hafta	34.2	9.6
	2. hafta	34.6	16.0
	4. hafta	90.9	9.4

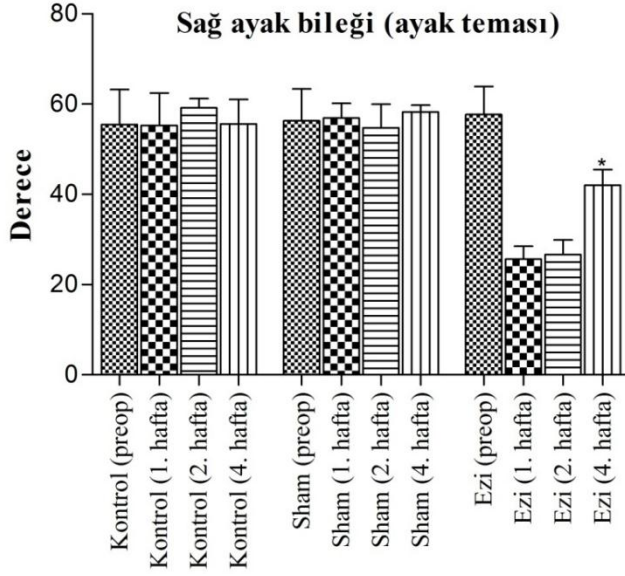


Şekil 4.3: Sağ ayak bileğinin, ayak salınımına başladığı andaki gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri. *: postop 1. hafta ve postop 2. hafta verileri ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlılığı göstermektedir

Ayağın salınım anındaki eklem açısı ile uyumlu şekilde ayak teması anında da kontrol ve sham gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olmadıkları ($p>0.05$) tespit edildi. Ezi grubu hafta bazında incelendiğinde ise 4. haftadaki eklem açısı 1. hafta ve 2. haftada gözlenen eklem açısı arasında istatistiksel anlamlı bir farka sahip olduğu tespit edildi (Tablo 4.2.2 ve Şekil 4.2.2).

Tablo 4.4: Sağ ayak bileğinin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri

Grup adı		Ortalama	Standart sapma
Grup 1 (Kontrol)	Preop	53.3	9.6
	1. hafta	48.3	16.0
	2. hafta	49.5	11.4
	4. hafta	55.5	7.8
Grup 2 (Sham)	Preop	51.4	6.7
	1. hafta	50.0	4.1
	2. hafta	52.3	11.8
	4. hafta	50.8	12.0
Grup 3 (Ezi)	Preop	50.9	3.3
	1. hafta	23.8	8.3
	2. hafta	30.6	6.0
	4. hafta	38.2	7.6



Şekil 4.4: Sağ ayak bileğinin, ayak teması anında gözlenen eklem açısının gruplara göre değerleri. *: postop 1. hafta ve postop 2. hafta verileri ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlılığı göstermektedir

Bu verilerden quadripedal yürümeye sahip olan deneklerin sinir hasarı uygulanan ekstremitede dört haftalık bir postoperatif süre geçmesine rağmen normal değerlere erişemedikleri ve postoperatif haftalar bazında açının yükselmesine yönelik bir eğilimin olduğu tespit edildi. Aynı sonuçların diz ve ayak bileği eklemleri için geçerli olması da quadripedal yürüme paterninin diğer fazları açısından da benzer bir yorumun yapılabileceği olarak değerlendirildi.

5. TARTIŞMA

Siyatik sinir hasarı sonrası rejenerasyonun değerlendirilmesinde sinir fonksiyonunu test eden analizler literatürde bildirilmiştir (Bain ve ark., 1989, Bervar, 2000, de Medinaceli ve ark., 1982, Dellon ve Dellon, 1991, Dijkstra ve ark., 2000, Inserra ve ark., 1998, Kanaya ve ark., 1996, Koka ve Hadlock, 2001, Lin ve ark., 1996, Lowdon ve ark., 1988, Oliveira ve ark., 2001, van Meeteren ve ark., 1997, Varejao ve ark., 2001). Bu testler içerisinde en sık kullanılanı siyatik fonksiyon indeksidir (Bain ve ark., 1989). Basit ve ucuz olması sebebiyle sık kullanılan bu analiz yöntemi pek çok araştırmacı tarafından da güvenilirliğinin az olması sebebiyle tercih edilmemektedir (Koka ve Hadlock, 2001). Çalışmamızda yürüme paterninin rotarod performans aparatı kullanılarak video tabanlı görüntü analizinin araştırılması amaçlanmıştır. Literatürde tarif edilen analiz yöntemlerinin tercih edilmemesinde temel neden analiz yönteminin kendisinden kaynaklanan veya denekten kaynaklanan sebeplerdendir.

Siyatik ve peroneal sinir yaralanmaları çoğunlukla eklem kontraktürlerine neden olduğu ve böylece denekler etkilenen ayağın dorsalini kullandığı bildirilmiştir (Sarıkcioglu ve ark., 2009). Tibial sinir yaralanmaları, ayağın medialin çökmesine buna karşın beşinci ayakparmağının yükselmesine neden olur (Hare ve ark., 1992). Bunun ötesinde, fleksor kontraktürünün oluşması; ekstansör kas grubuna kıyasla fleksör kasların daha hızlı veya daha fazla reinnervasyonuna da neden olabileceği rapor edilmiştir (Chamberlain ve ark., 2000). Chamberlain ve ark. (2000) siyatik sinir kesildikten sonra fleksor kontraktür varlığında ayak uzunluğunu (topuk-3. parmak arası mesafe) ölçmek için yeni bir yöntem geliştirmiş ve ayak uzunluğunun hesaplanmasında proksimal eklem olan mesafe ile proksimal eklemden ayak parmağı sonuna kadar olan mesafenin kullanımını tanımlamışlardır. Nörolojik kayıplara bağlı olarak fleksor kontraktürlerinin gelişimini önlemek amacıyla yaralı bacak haftalık veya iki haftada bir el ile veya bir çelik hasır kullanılarak, egzersiz periyodu boyunca sürekli fizyoterapi sağlamak için özgürce hareket etmesine izin verilmesi gerektiği rapor edilmiştir (Kobayashi ve ark., 1997, Strasberg ve ark., 1996). Hafif bir günlük fiziksel aktivite protokolünün sinir rejenerasyonunun erken evresinde motor ve duyu fonksiyon da dahil olmak üzere pozitif bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (van Meeteren ve ark., 1997). Çalışmamızda kullanılan rotarod performans aparatının fonksiyonel iyileşmeyi olumsuz etkileme potansiyeli olan

kontraktür oluşumunda da yararlı etki göstereceği kanaatindeyiz. Rotarod performans aparatı üzerinde veri kaydı öncesinde ortama alışması kapsamında deneğe ilgili aparatın zorunlu yaptıracağı hareketlerin (veri kaydı sırasında dahi) bile bu yararlı etkiyi göstereceği kanaatindeyiz.

Siyatik sinir kesisinden sonra kemirgenlerin sinirsel denervasyona uğramış arka ekstremitelerine, özellikle de son iki parmağa saldırma eğilim gösterdikleri rapor edilmiştir (Zellem ve ark., 1989). Ototomi, otofaji vb. adlarla anılan bu davranışın deneklerin ayak parmaklarına projekte olan ağırlı disesteziye bağlı olabileceği rapor edilmiştir (Kauppila, 1998). Bazı olumsuzluklara neden olan bu davranışın önlenmesi amacıyla bazı kötü tada sahip bazı madde kullanılmıştır (Hadlock ve ark., 1999, Sporel-Ozokat ve ark., 1991, Navarro ve ark., 1994). Altta yatan mekanizmaların henüz aydınlatılmamış olduğu bu davranışta erkek sıçanların dişi sıçanlarla beraber barındırılması ile önemli ölçüde sınırlandırıldığı bildirilmiştir (Zellem ve ark., 1989). Bu durumda dişi sıçanlar üzerinde yapılacak bir çalışmada deneklerdeki olası hamilelik nedeniyle sinir rejenerasyonunun olumsuz veya olumlu etkileyebilecek hormonal değişikliklerin olabileceği açıktır. Lewis ırkından olan sıçanların ise ototomi davranışını göstermedikleri rapor edilmiştir (Carr ve ark., 1992, Chamberlain ve ark., 2000, Hare ve ark., 1992). Topuk ülserlerinin önlenmesi amacıyla kafesin alt kısmında temiz ve kuru talaşın kullanılması önerilmiştir (Shen ve Zhu, 1995). Ototomi gibi bir davranış modelinin önlenmesi amacıyla deneysel paradigmaya eklenecek bir veya birkaç parametre (bilinmeyen) eklemek yerine bu davranışın ortaya çıkması durumunda deneklerden ayak izi alınarak yürüme patern analizinin yapılamaması söz konusu olduğundan alt ekstremitenin kinematik analizinin yapılmasının daha yararlı sonuçlar vereceği kanaatindeyiz. Özgün bir amaç kapsamında deneysel çalışmalarda kullanılan rotarod performans aparatının çalışmamız kapsamında kullanılmasının inovatif bir düşünce olduğu kanaatindeyiz. Bunun ötesinde kontraktür oluşumunda yararlı etkilere sahip olabileceği ve ototomi durumlarında ise kinematik analiz aracılığı ile sinir rejenerasyonu konusunda veri elde edilmesine olanak verebilmesinin sinir rejenerasyonunun değerlendirilmesinde bir araç olabileceği tarafımızdan önerilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan rotatod performans aparatının sahip olduğu ve deneklerin bant üzerinden çıkmasını engelleyen yan korkuluklarının çıkarılması

planlanmamıştır. Bu korkulukların şeffaf nitelikteki bir malzemedan yapılmış olması tercihimiz olsa da üretici kuruluşun bu aparatı bu şekilde üretmemiş olması ve bunu temin eden son kullanıcıların bu şekilde de temin etmeyeceğinden dolayı var olan sistemin kullanılması planlanmış ve tüm veriler bu düzenek temelinde elde edilmiştir. Çalışmamızda başka bir amaç için kullanılan bir aparatın başka bir analiz için bir araç olarak kullanılması planlanmıştır. Siyatik sinir hasarı deneklerin sağ alt ekstremitesine uygulandığı için bütün gruptaki deneklerin sağ alt ekstremiteleri analiz edilmiştir. Burada önemli olan noktalardan birinin denegin sabit bir hızla (10 rpm) yürümeye zorlanması olduğunu düşünmekteyiz. Geleneksel yöntemde ise denek istediği anda ve istediği hızda yürüdüğü için (bazen yürüme bandında geri dönme, yürüme bandından sıçrayıp kaçma, yürüme bandında bir süre bekleme vs) ayak izlerinin karışmasına, olması gerekenden uzun olmasına vs. sebeplerden subjektif değerlendirmeler yapılabilmektedir. Rotarod performans aparatı denegi hareket etmeye zorladığından sağ alt ekstremitede (sol alt ekstremitede de dahi) stance ve swing fazlarında ayak hareketleri kısa süreli bir video çekiminde dahi görülebilmektedir. Hareketlerin görülmediği bazı anlar oluşabilmekte olup bu gibi durumlarda videonun diğer bölümleri (uygun hareket olan bölümler) analize dahil edilebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda veri kaydı ve analizinde herhangi bir sorun yaşanmamış; bu nedenle güvenilir bir analiz yönteminin olduğu görülmüştür. Diz ile ayak bileği eklemlerinin salınım ve ayak teması anlarında analiz edildiği çalışmamızda ezi grubunun sağ dizin operasyon öncesi, 1. hafta, 2. hafta ve 4. haftadaki eklem açılarının sırasıyla 57.7 ± 13.9 , 25.7 ± 9.0 , 26.6 ± 9.9 , 42.0 ± 6.0 derece olduğu gözlemlendi. Buna karşın ayak teması anında bu açının yine sırasıyla 33.0 ± 8.9 , 17.8 ± 2.3 , 17.7 ± 3.4 , 20.5 ± 6.7 derece olduğu ölçüldü. Bu verilerden quadripedal yürümeye sahip olan deneklerin sinir hasarı uygulanan ekstremitede dört haftalık bir postoperatif süre geçmesine rağmen normal değerlere erişemedikleri ve postoperatif haftalar bazında açının yükselmesine yönelik eğilimin olduğu tespit edildi. Aynı sonuçların diz ve ayak bileği eklemleri için geçerli olması da quadripedal yürüme paterninin diğer fazları açısından da benzer bir yorumun yapılabileceği olarak değerlendirildi.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Siyatik sinirin rejenerasyonunun kantitatif analizi anlamında pekçok yöntemin tarif edilmiş olmasına rağmen bu yöntemlerin deney hayvanından kaynaklanan bazı olumsuz yönleri mevcuttur. Çalışmamızda başka bir amaç için kullanılan bir aparatın yürüme patern analizi için bir araç olarak kullanılabileceği gözlemlenmiş ve siyatik sinirin rejenerasyonunda bir analiz yöntemi olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.



KAYNAKLAR

Adams, W. E.. The Blood Supply Of Nerves: I. Historical Review. J Anat, 1942. 76, 323-41.

Allt, G., Lawrenson, J. The Blood-Nerve Barrier: Enzymes, Transporters And Receptors - A Comparison With The Blood-Brain Barrier (Review). Brain Res Bull, 2000.52, 1-12.

Alsancak, S. Yürüyüşün Kinetik Ve Kinematığı. Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 2015.14, 7-11.

Anselın, A., Fink, T., Davey, D., An Alternative To Nerve Grafts In Peripheral Nerve Repair: Nerve Guides Seeded With Adult Schwann Cells. Acta Chir Austr, 1998.147, 19-24.

Ayyappa, E. Normal Human Locomotion, Part 1 : Basic Concepts And Terminology. Journal Of Prosthetics And Orthotics, 1997.9, 10-1.

Ban, J. R., Mackinnon, S. E., Hunter, D. A. Functional Evaluation Of Complete Sciatic, Peroneal, And Posterior Tibial Nerve Lesions In The Rat. Plast Reconstr Surg, 1989.83, 129-38.

Bell, M. A., Weddell, A. G. A Morphometric Study Of Intrafascicular Vessels Of Mammalian Sciatic Nerve. Muscle Nerve, 1984. 7, 524-34.

Berenberg, R. A., Forman, D. S., Wood, D. K., Desilva, A., Demaree, J. Recovery Of Peripheral Nerve Function After Axotomy: Effect Of Triiodothyronine. Exp Neurol, 1977.57, 349-63.

Bervar, M. Video Analysis Of Standing--An Alternative Footprint Analysis To Assess Functional Loss Following Injury To The Rat Sciatic Nerve. J Neurosci Methods, 2000.102, 109-16.

Bozkurt, G., Benli, K. Periferik Sinir Yaralanmaları. In: Benli, K. (Ed.) Temel Nörosirurji. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi. 2004.

Burnett, A. L., Ricker, D. D., Chamness, S. L., Maguire, M. P., Crone, J. K., Bredt, D. S., Snyder, S. H., Chang, T. S. Localization Of Nitric Oxide Synthase In The Reproductive Organs Of The Male Rat. *Biol Reprod*, 1995.52, 1-7.

Burnett, M., Zager, E. Pathophysiology Of Peripheral Nerve Injury: A Brief Review. *Neurosurg Focus*, 2004. 16, 1-7.

Carlton, J. M., Goldberg, N. H. Quantitating Integrated Muscle Function Following Reinnervation. *Surg Forum*, 1986.37, 611-2.

Carr, M. M., Best, T. J., Mackinnon, S. E., Evans, P. J. Strain Differences In Autotomy In Rats Undergoing Sciatic Nerve Transection Or Repair. *Ann Plast Surg*, 1992.28, 538-44.

Chamberlain, L. J., Yannas, I. V., Hsu, H. P., Strichartz, G. R., Spector, M. Near-Terminus Axonal Structure And Function Following Rat Sciatic Nerve Regeneration Through A Collagen-Gag Matrix In A Ten-Millimeter Gap. *J Neurosci Res*, 2000.60, 666-77.

De Medinaceli, L., Freed, W. J., Wyatt, R. J. An Index Of The Functional Condition Of Rat Sciatic Nerve Based On Measurements Made From Walking Tracks. *Exp Neurol*, 1982.77, 634-43.

Dellon, A. L., Mackinnon, S. E. Selection Of The Appropriate Parameter To Measure Neural Regeneration. *Ann Plast Surg*, 1989.23, 197-202.

Dellon, E. S., Dellon, A. L. Functional Assessment Of Neurologic Impairment: Track Analysis In Diabetic And Compression Neuropathies. *Plast Reconstr Surg*, 1991.88, 686-94.

Dijkstra, J. R., Meek, M. F., Robinson, P. H., Gramsbergen, A. Methods To Evaluate Functional Nerve Recovery In Adult Rats: Walking Track Analysis, Video Analysis And The Withdrawal Reflex. *J Neurosci Methods*, 2000.96, 89-96.

Frostick, S. P., Yin, Q., Kemp, G. J. Schwann Cells, Neurotrophic Factors, And Peripheral Nerve Regeneration. *Microsurgery*, 1998. 18, 397-405.

Griffin, T. M., Main, R. P., Farley, C. T. Biomechanics Of Quadrupedal Walking: How Do Four-Legged Animals Achieve Inverted Pendulum-Like Movements? *J Exp Biol*, 2004.207, 3545-58.

Gutmann, E. Factors Affecting Recovery Of Motor Function After Nerve Lesions. *J Neurol Psychiatr*, 1942.5, 81-95.

Gülçimen, B., Ülkü, S. İnsan Ayağının Biyomekaniğinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2008.13, 27-33.

Hadlock, T., Sundback, C., Koka, R., Hunter, D., Cheney, M., Vacanti, J. A Novel, Biodegradable Polymer Conduit Delivers Neurotrophins And Promotes Nerve Regeneration. *Laryngoscope*, 1999.109, 1412-6.

Hansson, H. A. Insulin-Like Growth Factors And Nerve Regeneration. *Ann N Y Acad Sci*, 1993.692, 161-71.

Hare, G. M., Evans, P. J., Mackinnon, S. E., Best, T. J., Bain, J. R., Szalai, J. P., Hunter, D. A. Walking Track Analysis: A Long-Term Assessment Of Peripheral Nerve Recovery. *Plast Reconstr Surg*, 1992.89, 251-8.

Hasegawa, K. A New Method Of Measuring Functional Recovery After Crushing The Peripheral Nerves In Unanesthetized And Unrestrained Rats. *Experientia*, 1978.34, 272-3.

Hirata, K., Kawabuchi, M. Myelin Phagocytosis By Macrophages And Nonmacrophages During Wallerian Degeneration. *Microsc Res Tech*, 2002.57, 541-7.

Hruska, R. E., Kennedy, S., Silbergeld, E. K. Quantitative Aspects Of Normal Locomotion In Rats. *Life Sci*, 1979. 25, 171-9.

Inserra, M. M., Bloch, D. A., Terris, D. J. Functional Indices For Sciatic, Peroneal, And Posterior Tibial Nerve Lesions In The Mouse. *Microsurgery*, 1998.18, 119-24.

Kanaya, F., Firrell, J. C., Breidenbach, W. C. Sciatic Function Index, Nerve Conduction Tests, Muscle Contraction, And Axon Morphometry As Indicators Of Regeneration. *Plast Reconstr Surg*, 98, 1264-71, Discussion 1996.1272-4.

Kauppila, T. Correlation Between Autotomy-Behavior And Current Theories Of Neuropathic Pain. *Neurosci Biobehav Rev*, 1998. 23, 111-29.

Kobayashi, J., Mackinnon, S. E., Watanabe, O., Ball, D. J., Gu, X. M., Hunter, D. A., Kuzon, W. M., Jr. The Effect Of Duration Of Muscle Denervation On Functional Recovery In The Rat Model. *Muscle Nerve*, 1997.20, 858-66.

Koka, R., Hadlock, T. A. Quantification Of Functional Recovery Following Rat Sciatic Nerve Transection. *Exp Neurol*, 2001.168, 192-5.

Lin, F. M., Pan, Y. C., Hom, C., Sabbahi, M., Shenaq, S. Ankle Stance Angle: A Functional Index For The Evaluation Of Sciatic Nerve Recovery After Complete Transection. *J Reconstr Microsurg*, 1996.12, 173-7.

Lowdon, I. M., Seaber, A. V., Urbaniak, J. R. An Improved Method Of Recording Rat Tracks For Measurement Of The Sciatic Functional Index Of De Medinaceli. *J Neurosci Methods*, 1988.24, 279-81.

Lundborg, G. Ischemic Nerve Injury. Experimental Studies On Intraneural Microvascular Pathophysiology And Nerve Function In A Limb Subjected To Temporary Circulatory Arrest. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl*, 1970.6, 3-113.

Lundborg, G. Structure And Function Of The Intraneural Microvessels As Related To Trauma, Edema Formation, And Nerve Function. *J Bone Joint Surg Am*, 57, 1975.938-48.

Lundborg, G. The Intrinsic Vascularization Of Human Peripheral Nerves: Structural And Functional Aspects. *J Hand Surg Am*, 1979.4, 34-41.

Lundborg, G., *The Nerve Trunk: Nerve Injury And Repair.*, New York, Churchill Livingstone. 1988.

Lundborg, G., Dahlin, L. B. The Pathophysiology Of Nerve Compression. *Hand Clin*, 1992.8, 215-27.

Lundborg, G., Dahlin, L. B. Anatomy, Function, And Pathophysiology Of Peripheral Nerves And Nerve Compression. *Hand Clin*, 1996.12, 185-93.

Lundborg, G., Myers, R., Powell, H. Nerve Compression Injury And Increased Endoneural Fluid Pressure: A "Miniature Compartment Syndrome". J Neurol Neurosurg Psychiatry 1983.46, 1119-1124.

Mackinnon, S. E., Hudson, A. R., Hunter, D. A. Histologic Assessment Of Nerve Regeneration In The Rat. Plast Reconstr Surg, 1985.75, 384-8.

Mirajullah, M., Shen, X. Schwann Cells: Leader Of Nervenkit. J Ayub Med Coll Abbottabad, 2002.14, 30-3.

Munro, C. A., Szalai, J. P., Mackinnon, S. E., Midha, R. Lack Of Association Between Outcome Measures Of Nerve Regeneration. Muscle Nerve, 1998. 21, 1095-7.

Navarro, X., Buti, M., Verdu, E. Autotomy Prevention By Amitriptyline After Peripheral Nerve Section In Different Strains Of Mice. Restor Neurol Neurosci, 1994. 6, 151-7.

Nichols, C. M., Myckatyn, T. M., Rickman, S. R., Fox, I. K., Hadlock, T., Mackinnon, S. E. Choosing The Correct Functional Assay: A Comprehensive Assessment Of Functional Tests In The Rat. Behav Brain Res, 2005.163, 143-58.

Nordin, M., Frankel, V. Basic Biomechanics Of The Musculoskeletal System 2001..

Oliveira, E. F., Mazzer, N., Barbieri, C. H., Selli, M. Correlation Between Functional Index And Morphometry To Evaluate Recovery Of The Rat Sciatic Nerve Following Crush Injury: Experimental Study. J Reconstr Microsurg, 2001.17, 69-75.

Özmen, S. Uç-Yan Sinir Anastomozunda Alıcı Sinir Distal Ucunda Epinörium Rezeksiyonunun Rejenerasyona Etkisi. Uzmanlık Tezi, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,. 2002.

Robinson, L. R. Traumatic Injury To Peripheral Nerves. Muscle Nerve, 2000. 23, 863-73.

Ross, M., Pawlina, W. Histology: A Text And Atlas, Baltimore, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2006.

Sadler, T. Embryonic Period: Third To Eight Week. In: Langman, J. (Ed.) Langman's Medical Embryology. Baltimore: Williams And Wilkins. 1990.

Sarıkcıoğlu, L., Demirel, B. M., Utuk, A. Walking Track Analysis: An Assessment Method For Functional Recovery After Sciatic Nerve Injury In The Rat. Folia Morphol (Warsz), 2009.68, 1-7.

Shen, N., Zhu, J. Application Of Sciatic Functional Index In Nerve Functional Assessment. Microsurgery, 1995. 16, 552-5.

Sporel-Ozokat, R. E., Edwards, P. M., Heggul, K. T., Savas, A., Gispén, W. H. A Simple Method For Reducing Autotomy In Rats After Peripheral Nerve Lesions. J Neurosci Methods, 1991. 36, 263-5.

Strasberg, S. R., Watanabe, O., Mackinnon, S. E., Tarasidis, G., Hertl, M. C., Wells, M. R. Wire Mesh As A Post-Operative Physiotherapy Assistive Device Following Peripheral Nerve Graft Repair In The Rat. J Peripher Nerv Syst, 1996.1, 73-6.

Sunderland, S. Nerves And Nerve Injury, New York, Churchill Livingstone. 1978.

Şeker, A., Talmaç, M. A., Sarıkaya, İ. Yürüme Biyomekaniği. Totbid Dergisi, 2014.13, 314-324.

Terzis, J., Smith, K. The Peripheral Nerve Structure: Function And Reconstruction, New York, Raven Pres. 1990.

Van Meeteren, N. L., Brakkee, J. H., Hamers, F. P., Helders, P. J., Gispén, W. H. Exercise Training Improves Functional Recovery And Motor Nerve Conduction Velocity After Sciatic Nerve Crush Lesion In The Rat. Arch Phys Med Rehabil, 1997.78, 70-7.

Varejao, A. S., Cabrita, A. M., Meek, M. F., Bulas-Cruz, J., Filipe, V. M., Gabriel, R. C., Ferreira, A. J., Geuna, S., Winter, D. A. Ankle Kinematics To Evaluate Functional Recovery In Crushed Rat Sciatic Nerve. Muscle Nerve, 2003.27, 706-14.

Varejao, A. S., Meek, M. F., Ferreira, A. J., Patricio, J. A., Cabrita, A. M. Functional Evaluation Of Peripheral Nerve Regeneration In The Rat: Walking Track Analysis. J Neurosci Methods, 2001.108, 1-9.

Varejao, A. S., Melo-Pinto, P., Meek, M. F., Filipe, V. M., Bulas-Cruz, J. Methods For The Experimental Functional Assessment Of Rat Sciatic Nerve Regeneration. *Neurol Res*, 2004. 26, 186-94.

Yavuzer, G. Yürüme Analizi Ve Temel Kavramlar. *Totbid Dergisi*, 2014. 13, 304-308.

Zellem, R. T., Miller, D. W., Kenning, J. A., Hoeng, E. M., Buchheit, W. A. Experimental Peripheral Nerve Repair: Environmental Control Directed At The Cellular Level. *Microsurgery*, 1989. 10, 290-301.

Zochodne, D. W. The Microenvironment Of Injured And Regenerating Peripheral Nerves. *Muscle Nerve Suppl*, 2000.9, S33-8.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Gülizar Tuğba	Uyruğu	T.C
Soyadı	İPOR	Tel no	05533370338
Doğum tarihi	18/12/1980	e-posta	tugba_tugba35@hotmail.com

Eğitim Bilgileri

	Mezun olduğu kurum	Mezuniyet yılı
Lise	Selçuk Lisesi	1998
Lisans	Pamukkale Üniversitesi FTR YO	2003
Yüksek Lisans		
Doktora		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Fizyoterapist	Zihinsel Engelliler Yetiştirme ve Koruma Vakfı	2003/2004
Fizyoterapist	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2005/2007
Fizyoterapist	TSK Rehabilitasyon Kurumu	2009-2013
Fizyoterapist	İzmir Asker Hastanesi	2013-2016

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar-Ödüller:

Yayımlar ve Bildiriler: